



PENGEMBANGAN MEDIA MODEL MATA MANUSIA UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP OPTIK

A. Mashudi*

SMP Negeri 4 Juwana

Diterima: 20 Januari 2013. Disetujui: 3 April 2013. Dipublikasikan: April 2013

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain media Model Mata Manusia yang efektif digunakan untuk menjelaskan sifat optik mata, serta untuk mengetahui apakah pembelajaran dengan menggunakan media Model Mata Manusia mampu meningkatkan prestasi belajar siswa. Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara *post test* kelas kontrol dengan *post test* kelas eksperimen. Persentase kenaikan prestasi belajar siswa pada kelas kontrol dengan pembelajaran menggunakan kit optik mengalami kenaikan sebesar 25,24 %. Kelas eksperimen dengan pembelajaran berbasis laboratorium menggunakan media Model Mata Manusia mengalami kenaikan prestasi belajar sebesar 28,16 %.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the design of such media an effective Human Eye Model is used to describe the optical properties of the eye, and to investigate whether the learning by using Human Eye Model media can improve the learning achievement of students. The results show a significant differences between post test in control class and post test in experiment class. Increase percentage of students learning achievement in the control class with optical kit is 25.24%. Increase percentage of students learning achievement in the experiment class with laboratory-based learning by using Human Eye Model media 28.16%.

© 2013 Prodi Pendidikan IPA FMIPA UNNES Semarang

Keywords: Human Eye Model; Optical Properties of the Eye; Learning Achievement

PENDAHULUAN

IPA sebagai salah satu kurikulum dalam pendidikan nasional memiliki peran penting dalam mencerdaskan kehidupan bangsa diantaranya melalui pembelajaran berbasis laboratorium. Borrmann (2008) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis laboratorium mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penelitian pembelajaran berbasis laboratorium oleh Bayrak (2007) memberikan kesimpulan tingkat menganalisis dan tingkat mengaplikasikan siswa lebih banyak disumbang dari pembelajaran berbasis laboratorium daripada pembelajaran berbasis web

atau komputer. Penelitian tentang faktor yang mempengaruhi pembelajaran berbasis laboratorium oleh Deacon (2011) menyatakan bahwa ketersediaan alat laboratorium akan mempengaruhi proses pembelajaran di laboratorium.

Inovasi media laboratorium dilakukan jika alat laboratorium belum tersedia atau belum bisa menggambarkan fenomena sains. Oh (2011) menyatakan bahwa untuk menghubungkan teori dan fenomena diperlukan pemodelan. Model memainkan peran menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi fenomena alam dan mengkomunikasikan ide-ide ilmiah. Keberhasilan pemodelan dalam pembelajaran telah diteliti oleh Treagust (2002) dan Maurines (2010) mampu memberikan pemahaman konsep kepada siswa.

*Alamat korespondensi:
E-mail: anwarmashudi@gmail.com

Optik mata salah satu pokok bahasan yang menarik untuk dimodelkan. Perkembangan penelitian pemodelan mata hanya menggambarkan anatomi mata, belum mampu menjelaskan sifat optik mata. Penelitian sebelumnya oleh Utoro (2008) mengembangkan media simulasi optik mata menggunakan visualisasi komputer dengan bantuan *software Macromedia Flash Professional 8*. Pemodelan belum sampai ke perangkat keras yang dapat digunakan siswa dalam pembelajaran berbasis laboratorium. Dengan demikian guru dituntut berinovasi dalam pembuatan media laboratorium.

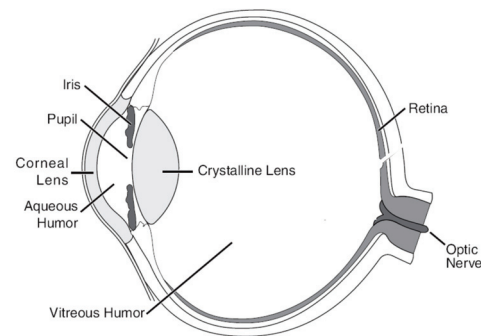
Rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut, (1) bagaimanakah desain Model Mata Manusia yang efektif untuk menjelaskan sifat optik mata? (2) Apakah pembelajaran dengan menggunakan media Model Mata Manusia mampu meningkatkan prestasi belajar siswa? Tujuan dari penelitian ini diantaranya, (1) mengetahui desain media Model Mata Manusia yang efektif digunakan untuk menjelaskan sifat optik mata. (2) Mengetahui apakah pembelajaran dengan menggunakan media Model Mata Manusia mampu meningkatkan prestasi belajar siswa.

Karakteristik media Model Mata Manusia yang dikembangkan diharapkan dapat menjelaskan (1) sifat bayangan yang terbentuk di retina, (2) akomodasi lensa mata, (3) cacat mata miopi dan (4) cacat mata hipermetropi. Keempat karakteristik menjadi identitas penting pembeda dengan pemodelan mata lainnya yang hanya memodelkan anatomi mata. Media Model Mata Manusia yang dikembangkan disertai modul untuk memperjelas spesifikasi alat dan petunjuk penggunaan.

Mata manusia tersusun atas anatomi dan sistem saraf yang kompleks. Media Model Mata Manusia yang dikembangkan dalam penelitian ini memodelkan sifat optik mata secara sederhana. Penyederhanaan pemodelan diantaranya, (1) pemodelan sifat optik mata dibatasi pada bola mata, lensa mata dan retina. (2) Akomodasi lensa mata di modelkan dengan mengubah fokus lensa. (3) Indeks bias *aqueous humor* dan *vitrous humor* diabaikan atau dengan kata lain sama dengan indeks bias udara. (4) Tidak ada pemodelan iris, pupil dan *blind spot*. Penyederhanaan pemodelan tersebut diharapkan tetap memberikan konsep yang jelas tentang sifat optik mata.

Atchison dan Smith (2000) menyatakan bahwa anatomi mata manusia seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Secara garis besar anatomi mata terdiri dari kornea, pupil, lensa dan retina. Lapisan kornea merupakan lapisan transparan dengan bentuk mendekati bola berjari-jari 7,7 mm. Tabernero dan Klyce (2007) mengemukakan

kan bahwa kornea mempunyai peran yang besar dalam pembelokan sinar yang masuk ke mata walaupun bersifat konstan. Di belakang kornea terdapat cairan yang dinamakan *aqueous humor*. Penelitian oleh Sakamoto (2008) menyatakan bahwa indeks refraksi dari *aqueous humor* sebesar 1,336.



Gambar 1. Penampang Mata Manusia oleh Atchison dan Smith

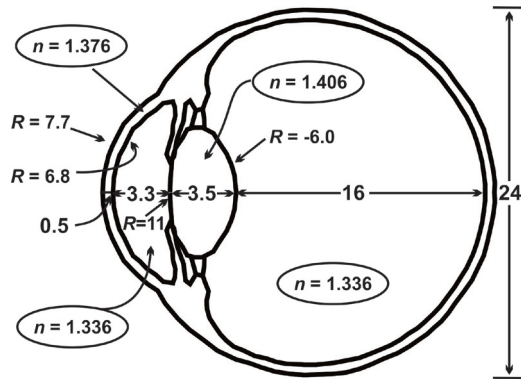
Bharadwaj (2011) menyatakan bahwa pupil merupakan lingkaran di iris yang membuka dan membentang menyinggung ke permukaan depan lensa. Privitera (2010) menyatakan bahwa pengaruh paling penting dari diameter pupil dipengaruhi oleh faktor usia, akomodasi, emosi dan obat-obatan. Hermans (2007) menyatakan bahwa lensa merupakan serat halus dengan indeks bias tidak seragam di dalam kapsul elastis. Rosales (2006) mengemukakan bahwa indeks bias lensa mata mempunyai rata-rata 1,406. Penelitian oleh Mallen (2006) memberikan kesimpulan bahwa diameter ekuatorial lensa mata sebesar 8,5-10 mm. Ketebalan lensa pada saat relaksasi sebesar 3,5 mm dan mengalami pertambahan ketebalan ketika proses akomodasi. Lensa mata pada mempunyai radius kelengkungan yang berbeda. Rosales (2006) menyatakan bahwa radius kelengkungan *anterior* sebesar $10,29 \pm 1,78$ mm, sedangkan radius kelengkungan *posterior* $-8,1 \pm 1,6$ mm.

Jaringan pada mata yang peka terhadap sinar adalah retina. Serway dan Jewett (2008) mengemukakan bahwa bayangan benda yang jatuh pada retina adalah terbalik dan diperkecil. Untuk mempertegas penjelasan besarnya indeks bias, radius kelengkungan dan ukuran dalam satuan mm dari masing-masing anatomi mata Atchison dan Smith (2000) memberikan penjelasan secara grafis seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Manusia dapat melihat suatu benda apabila terdapat sinar yang dipantulkan atau dipancarkan oleh benda hingga masuk ke mata. Jalannya sinar yang dipantulkan oleh benda hingga terben-

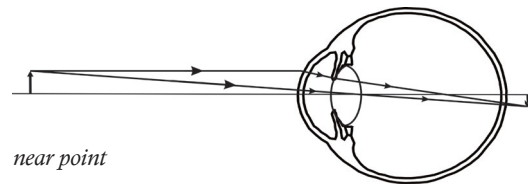
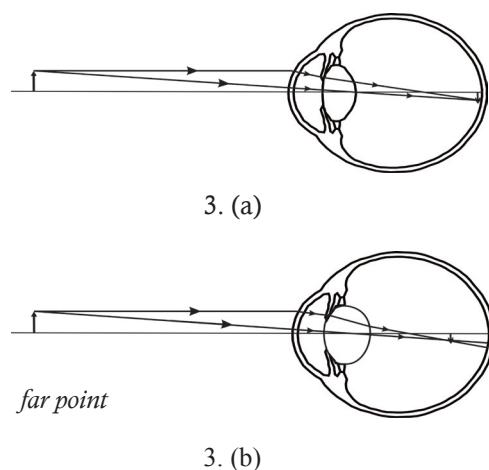
tuk bayangan dapat digambarkan oleh Gambar 3.(a), terlihat bahwa bayangan yang diterima retina adalah terbalik diperkecil.

Cacat mata manusia yang disebabkan karena ketidaksempurnaan fungsi lensa mata diantaranya cacat mata miopi dan hipermetropi.



Gambar 2. Indeks Bias, Radius Kelengkungan dan Ukuran Anatomi Mata.

Llorente (2004) mengemukakan bahwa rabun jauh atau miopi merupakan cacat mata yang terjadi karena lensa mata tidak dapat memipih sebagaimana mestinya. Berkas cahaya dari objek di jauh tak berhingga terfokus dan membentuk bayangan di depan retina, secara grafis seperti tampak pada Gambar 3.(b). Serway dan Jewett (2008) menyatakan bahwa rabun dekat atau hipermetropi merupakan cacat mata yang terjadi karena lensa mata tidak dapat mencembung sebagaimana mestinya. Akibatnya, berkas cahaya dari objek terfokus dan membentuk bayangan di belakang retina seperti tampak pada Gambar 3.(c).

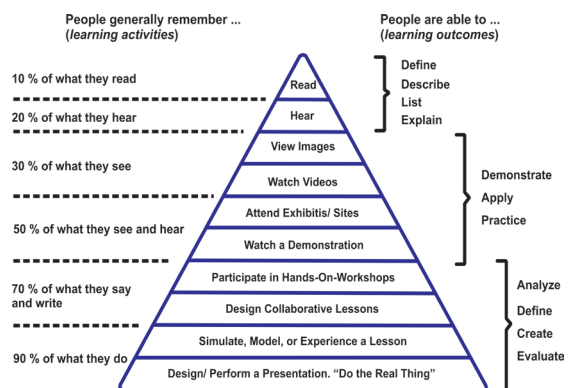


3. (c)

Gambar 3. Jalannya Sinar pada Mata (a) Normal, (b) Miopi dan (c) Hipermetropi

Subjek utama dalam pembelajaran adalah siswa yang mempunyai tahapan perkembangan berpikir. Teori tahapan perkembangan berpikir anak oleh Jean Piaget yang dikutip Powell dan Kalina (2009) meliputi 4 tahapan yaitu tahap sensorimotor, tahap pra operasional, tahap operasional konkret dan tahap operasional formal. Anak Sekolah Menengah Pertama mempunyai rentang usia 11-15 tahun, masuk dalam tahapan operasional formal yang mampu berpikir logis untuk membuat hipotesis pada suatu masalah dan dapat menggunakan penalaran ilmiah. Kemampuan tersebut dapat dipertajam dengan metode pembelajaran yang efektif. Salah satunya pembelajaran berbasis laboratorium dengan berbantuan media.

Teori peranan media dalam proses pembelajaran dilukiskan oleh Edgar Dale dalam sebuah kerucut yang kemudian dinamakan *Edgar Dale's Cone of Experience*. Skema *Edgar Dale's Cone of Experience* yang dikutip Krivickas (2005) seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Kerucut Pengalaman Edgar Dale memberikan gambaran bahwa semakin nyata siswa mempelajari bahan pembelajaran, maka semakin banyak pengalaman belajar yang diperoleh. Sebaliknya semakin abstrak siswa mempelajari bahan pembelajaran, maka semakin sedikit pengalaman belajar yang akan diperoleh.



Gambar 4. Kerucut Pengalaman Edgar Dale

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir yang telah dikemukakan, maka dapat diru-

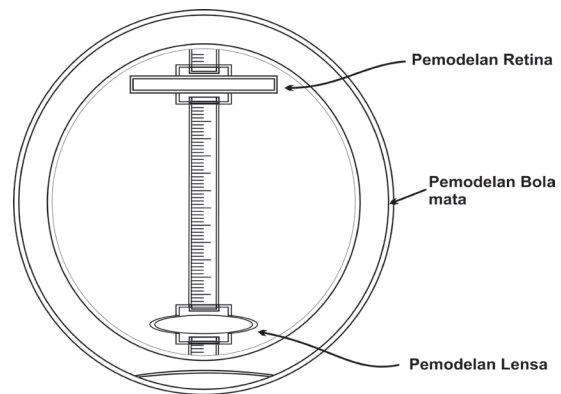
muskan hipotesis penelitian sebagai berikut, (1) desain Model Mata Manusia yang dikembangkan dapat menjelaskan sifat optik mata. (2) Pembelajaran dengan menggunakan Model Mata Manusia dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Hipotesis nol (H_0) yaitu pembelajaran dengan menggunakan media Model Mata Manusia tidak mampu meningkatkan prestasi belajar siswa. Hipotesis alternatif (H_a) yaitu pembelajaran dengan menggunakan media Model Mata Manusia mampu meningkatkan prestasi belajar siswa.

METODE

Penelitian dilakukan dengan pendekatan *Research and Development*. Penelitian *Research and Development* adalah *a process used develop and validate educational product*. Tujuan penelitian *Research and Development* selain mengembangkan dan memvalidasi hasil-hasil pendidikan juga bertujuan untuk menemukan pengetahuan-pengetahuan baru melalui *basic research*. Dalam penelitian ini *Research and Development* dimanfaatkan untuk menghasilkan pemodelan sifat optik mata manusia.

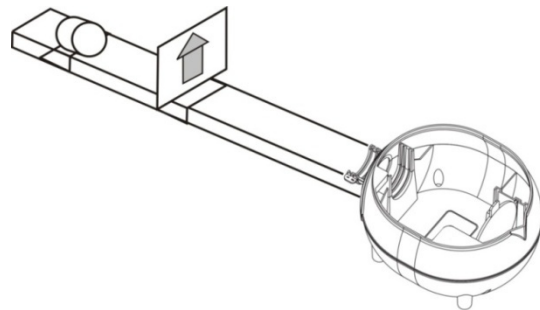
Tahap implementasi model yang dikembangkan menggunakan desain *true experimental*. Desain penelitian eksperimen menggunakan *control group pre test post test design*, yaitu penelitian yang dilaksanakan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan memberikan *pre test* dan *post test* pada masing-masing kelas. Kelas eksperimen mendapatkan pembelajaran berbasis laboratorium dengan menggunakan media Model Mata Manusia. Kelas kontrol mendapatkan pembelajaran dengan menggunakan kit optik. Kedua kelas diberikan *pre test* dan *post test* untuk mengidentifikasi peningkatan prestasi belajar siswa. Prosedur pengembangan mengacu pada metode penelitian *Research and Development* dengan langkah (1) tahap studi pendahuluan, (2) tahap pengembangan dan (3) tahap implementasi.

Desain dari media Model Mata Manusia yang dibuat seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Model Mata Manusia

Spesifikasi dari Model Mata Manusia mempunyai beberapa bagian yaitu (1) pemodelan bola mata. (2) Lensa *biconvex* sebagai model lensa mata. (3) Layar sebagai model retina untuk menjelaskan sifat bayangan pada mata. (4) Variasi tempat layar untuk menjelaskan cacat mata miopi dan hipermetropi. (5) Slot lensa kaca mata untuk menjelaskan lensa kaca mata yang tepat untuk cacat mata. Skema keseluruhan media Model Mata Manusia yang digunakan untuk kegiatan laboratorium tampak seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Keseluruhan Model Mata Manusia

Sebelum media Model Mata Manusia digunakan dalam kegiatan laboratorium di kelas maka perlu diuji validasi oleh ahli. Instrumen

yang digunakan adalah rubrik penilaian kelayakan media. Instrumen kelayakan media terdiri dari beberapa indikator (1) keberfungsiaan, (2) ukuran media, (3) kesederhanaan prinsip kerja, (4) kemudahan dalam penggunaan, (5) keamanan penggunaan, (6) ketepatan, (7) nilai ekonomis, (8) edukatif, (9) waktu penggunaan dan (10) perawatan. Selain validasi media juga validasi perangkat pembelajaran, modul alat dan validasi lembar kerja siswa yang digunakan dalam pembelajaran. Produk yang dibuat divalidasi oleh seorang ahli dan praktisi. Penilaian validasi mempunyai rentang dengan skala likert 1-5.

Sampel penelitian dipilih dua kelas dari lima kelas yang ada secara *cluster random sampling* yang diperlakukan sebagai satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol. Lima kelas yang ada diasumsikan memiliki kesetaraan, karena tidak ada kelas unggulan. Pemilihan kelas kontrol maupun kelas eksperimen dengan pertimbangan karena kedua kelas memiliki kemampuan yang sama, namun ditentukan secara acak. Kelas eksperimen adalah kelas VIII B dengan jumlah 38 siswa dan kelas kontrol adalah kelas VIII C dengan jumlah 38 siswa.

Tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep siswa baik *pre test* maupun *post test* harus dianalisis uji validitas dan reliabilitasnya. Uji Validitas dalam penelitian ini digunakan untuk menguji kevalidan item pertanyaan. Arikunto (2006) menyatakan teknik yang digunakan untuk menguji validitas butir soal dapat menggunakan rumus korelasi *Product Moment Pearson*, sedangkan untuk mengukur reliabilitas tes dapat menggunakan rumus *Cronbach Alpha*. Data penelitian ini diuji dengan menggunakan uji komparatif dengan sampel berkorelasi. Untuk menguji hipotesis komparatif menggunakan uji *t-test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media Model Mata Manusia adalah media pemodelan sifat optik mata. Media berbentuk menyerupai penampang bola mata manusia dengan anatomi-anatomi yang memodelkan sifat optik mata. Karakteristik media Model Mata Manusia yang dikembangkan dapat menjelaskan (1) sifat bayangan yang terbentuk di retina, (2) akomodasi lensa mata, (3) cacat mata miopi dan (4) cacat mata hipermetropi. Bagian-bagian dari Media Model Mata Manusia yang dikembangkan diantaranya memodelkan (1) bola mata, (2) lensa mata, (3) retina dan (4) benda yang dilihat. Bulatan pemodelan bola mata mempunyai diameter 30 cm. Bahan dasar pembuat pemodelan

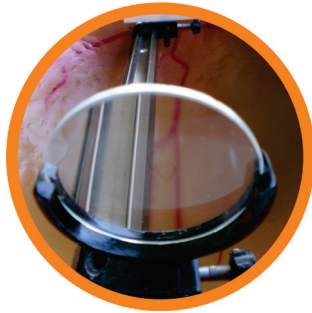
bola mata dari bahan fiberglas. Pemilihan bahan dari fiberglas bertujuan agar model bola mata mempunyai sifat anti karat, ringan, kedap air dan kuat. Selain alasan tersebut bahan fiberglas mudah didapat dan relatif murah. Pewarnaan model bola mata mendekati warna bola mata manusia. Warna bagian luar dengan dasar warna putih sedangkan warna bagian dalam dengan dasar coklat yang dikombinasikan warna merah membentuk saraf-saraf mata. Representasi gambar pemodelan bola mata ditunjukkan pada gambar 7.

Pemodelan bola mata berbentuk bola, sehingga labil ketika diletakkan di permukaan bidang. Pemberian panel penguat di bawah model bola mata berfungsi sebagai penstabil model bola mata ketika diletakkan di permukaan. Pewarnaan panel penguat dengan warna hitam, menunjukkan bahwa bukan merupakan bagian dari pemodelan mata. Representasi gambar pemodelan bola mata dengan panel penguat seperti ditunjukkan pada gambar 7.

Pemodelan yang kedua adalah pemodelan lensa mata. Lensa mata dimodelkan dengan lensa *biconvex* yang terbuat dari kaca berdiameter 5 cm dan berindeks bias 1,4. Pemodelan akomodasi lensa mata dengan mengubah fokus lensa, sesuai dengan petunjuk Lembar Kerja Siswa. Lensa dilengkapi pemegang fleksibel, sehingga lensa dapat diganti sesuai kebutuhan. Lensa yang digunakan memiliki panjang fokus + 5 cm, + 10 cm, + 15 cm, + 20 cm, - 10 cm dan - 15 cm. Representasi pemodelan lensa mata seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Lensa terbuat dari kaca yang mudah tergores dan pecah. Untuk pemeliharaan lensa dari goresan dan guncangan ketika tidak digunakan dalam praktikum, lensa disimpan dalam kotak penyimpanan. Kotak penyimpanan lensa terbuat dari bahan fiberglas yang dilapisi busa sebagai peredam guncangan.



Gambar 7. Pemodelan Bola Mata



Gambar 8. Pemodelan Lensa Mata

Retina dimodelkan dengan layar yang dapat menangkap bayangan hasil pembiasan oleh lensa. Ukuran layar 7,5 x 7,5 cm². Layar dilengkapi pemegang fleksibel, sehingga layar dapat dipasang dan dibuka memudahkan pengguna untuk mengoperasikannya. Layar dilengkapi dengan *track* sepanjang 27 cm. Representasi pemodelan retina seperti ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Pemodelan Retina

Benda yang dilihat oleh mata dimodelkan oleh transparansi yang dikenai cahaya. Transparansi berbentuk persegi panjang berukuran 15 x 10 cm² dengan lubang membentuk anak panah sebagai benda yang dilihat mata. Sumber cahaya menggunakan lampu 6 V dengan menggunakan adaptor *input* AC 220 V / 5 Hz, *output* DC 3 to 12 V. Untuk pengaturan letak benda terhadap lensa, maka transparansi dilengkapi dengan menggunakan *track* sepanjang 1 m. Pewarnaan sumber cahaya dan transparansi menggunakan warna hitam. Representasi transparansi dan sumber cahaya ditunjukkan pada gambar 10.



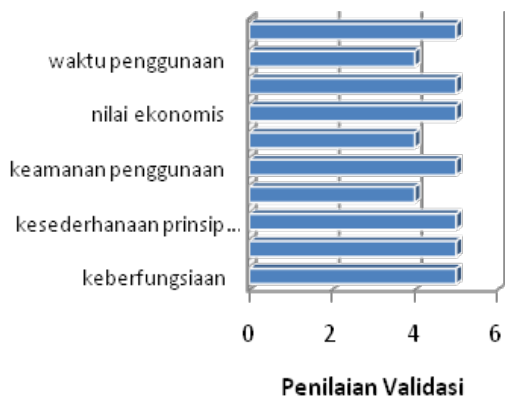
Gambar 10. Transparansi dan Sumber Cahaya

Representasi satu paket media Model Mata Manusia seperti tampak pada gambar 11. Gambar 11 menunjukkan bahwa satu paket media Model Mata Manusia terdiri atas (1) model bola mata manusia yang di dalamnya memodelkan lensa mata dan retina. (2) transparansi dan sumber cahaya dengan lintasannya sebagai pemodelan benda yang dilihat.



Gambar 11. Paket Media Model Mata Manusia

Media Model Mata Manusia sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran maka perlu diuji validasi oleh ahli menggunakan instrumen skala likert 1-5. Instrumen kelayakan media terdiri dari beberapa indikator. Validasi media oleh validator memiliki persentase derajat kevalidan 94 persen dengan indikator baik, maka media model mata manusia layak untuk digunakan dalam pembelajaran berbasis laboratorium. Secara grafis validasi media oleh validator seperti tampak pada gambar 12.



Gambar 12. Validasi Media

Pengujian hipotesis hasil perbandingan *post test* kelas kontrol dengan *post test* kelas eksperimen diperoleh nilai t_{hitung} sebesar minus 12,875 dan signifikan pada taraf 0.000. Karena $prob_{hitung} < 0.05$, maka dapat disimpulkan ada perbedaan antara hasil belajar *post test* kelas kontrol dan *post test* pada kelas eksperimen. Dengan kata lain, hipotesis yang menyatakan bahwa ada peningkatan hasil belajar dengan menggunakan Media Model Mata Manusia diterima. Peningkatan prestasi belajar antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen dapat dilihat dari *mean post test* kelas kontrol 75,86 sedangkan *mean post test* kelas eksperimen 81,28.

Pokok bahasan optik mata masih diterima secara abstrak oleh siswa. Adanya inovasi dalam pemodelan mata sangat di butuhkan untuk membantu pemahaman siswa. Oh (2011) menyatakan bahwa untuk menghubungkan teori dan fenomena diperlukan pemodelan. Media Model Mata Manusia yang dikembangkan mampu menjembatani kesenjangan tersebut. Bagian-bagian dari Media Model Mata Manusia diantaranya memodelkan (1) bola mata, (2) lensa mata, (3) retina dan (4) transparansi benda. Karakteristik media Model Mata Manusia yang dikembangkan dapat menjelaskan (1) sifat bayangan yang terbentuk di retina, (2) akomodasi lensa mata, (3) cacat mata miopi dan (4) cacat mata hipermetropi.

Pemodelan bola mata berbentuk bola dengan diameter 30 cm. Pemodelan ini didasarkan pada pendapat Atchison dan Smith (2000) menyatakan bahwa bola mata manusia berbentuk bola, seperti ditunjukkan pada gambar 1. Bahan pembuat pemodelan bola mata dari bahan fiberglas. Pemilihan bahan dari fiberglas bertujuan agar anti karat, ringan, kedap air dan kuat. Dengan alasan tersebut diharapkan perawatan media lebih mudah. Hal ini sejalan dengan Borrmann (2008) yang menyatakan bahwa kriteria peralatan laboratorium yang penting diantaranya adalah aspek perawatan. Pewarnaan model bola mata mendekati warna bola mata manusia. Warna bagian luar dengan dasar warna putih sedangkan warna bagian dalam dengan dasar coklat yang dikombinasikan warna merah membentuk saraf-saraf mata. Kondisi tersebut diharapkan mampu memodelkan warna mata yang sesungguhnya dan memberikan daya tarik terhadap pengguna.

Hermans (2007) menyatakan penampang melintang dari lensa mata berbentuk *biconvex*. Lensa mata dimodelkan dengan lensa *biconvex* yang terbuat dari kaca berdiameter 5 cm dan indeks bias 1,4. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosales (2006) mengemukakan bahwa indeks bias lensa mata mempunyai rata-rata 1,406. Pemodelan akomodasi lensa mata dengan mengubah fokus lensa, sesuai dengan petunjuk Lembar Kerja Siswa. Lensa dilengkapi pemegang fleksibel, sehingga lensa dapat diganti sesuai kebutuhan. Lensa terbuat dari kaca yang mudah tergores dan pecah. Untuk pemeliharaan lensa dari goresan dan guncangan ketika tidak digunakan dalam praktikum, lensa disimpan dalam kotak penyimpanan. Kotak penyimpanan lensa terbuat dari bahan fiberglas yang dilapisi busa sebagai peredam guncangan. Borrmann (2008) menyatakan bahwa aspek perawatan adalah hal yang penting dalam peralatan laboratorium.

Jaringan pada mata yang peka terhadap sinar adalah retina. Serway dan Jewett (2008) mengemukakan bahwa retina berfungsi menangkap bayangan pada mata. Retina memainkan peranan yang sama seperti film dalam kamera. Retina mempunyai susunan sel foto yang mengindera bayangan dan mentransmisikannya melalui *optic nerve* ke otak. Retina dimodelkan dengan layar yang dapat menangkap bayangan. Ukuran layar 7,5 x 7,5 cm². Layar dilengkapi pemegang fleksibel, sehingga layar dapat dipasang dan dibuka memudahkan pengguna untuk mengoperasikannya. Layar dilengkapi dengan *track* sepanjang 27 cm.

Manusia dapat melihat suatu benda apabila terdapat sinar yang dipantulkan atau dipancarkan oleh benda hingga masuk ke mata. Pemodelan benda diwakili oleh transparansi benda yang dikenai cahaya. Transparansi benda berbentuk persegi panjang berukuran 15 x 10 cm² dengan lubang membentuk panah sebagai model benda. Sumber cahaya menggunakan lampu 6 V dengan menggunakan adaptor *input* AC 22V/ 5Hz, *output* DC 3 to 12 V. Untuk pengaturan letak benda terhadap lensa, maka transparansi dilengkapi

dengan menggunakan *track* sepanjang 1 m.

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 76 siswa kelas VIII sebagai sampel penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara *post test* kelas kontrol dengan *post test* kelas eksperimen. Prestasi siswa di kelas eksperimen dengan pembelajaran berbasis laboratorium menggunakan Media Model Mata Manusia lebih baik dibanding prestasi siswa di kelas kontrol dengan pembelajaran berbasis laboratorium menggunakan alat praktikum kit optik.

Faktor-faktor yang menunjang keberhasilan pembelajaran menggunakan Media Model Mata Manusia salah satunya adalah siswa lebih dapat menggambarkan dan memprediksi fenomena optik mata. Hal ini sejalan dengan penelitian pemodelan dalam pembelajaran yang telah diteliti oleh Treagust (2002), Schwarz (2009) dan Maurines (2010) menyatakan bahwa pemodelan memainkan peran menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi fenomena alam dan mengkomunikasikan ide-ide ilmiah. Faktor lain yang menyebabkan keberhasilan dalam pembelajaran menggunakan media Model Mata Manusia adalah siswa lebih mampu membuat argumentasi dan penjelasan tentang sifat optik mata. Hal ini sesuai pendapat Berland dan Reiser (2009) yang menyatakan bahwa dengan kinerja ilmiah, siswa lebih dapat membuat argumentasi dan menjelaskan fenomena sains dalam kehidupan.

Keberhasilan pembelajaran menggunakan Media Model Mata Manusia, juga dipengaruhi oleh perkembangan berpikir siswa. Teori perkembangan berpikir oleh Jean Piaget yang dikutip oleh Powell dan Kalina (2009) menyatakan bahwa anak usia 11-15 tahun pada tahapan operasional formal. Pada tahapan operasional formal anak mampu berpikir logis untuk semua jenis masalah hipotesis dan dapat menggunakan penalaran ilmiah.

Pembelajaran berbasis laboratorium dengan menggunakan media Model Mata Manusia memberikan pengalaman nyata dari konsep yang awalnya masih abstrak diterima oleh siswa, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih banyak. Pendapat tersebut sejalan dengan *Edgar Dale's Cone of Experience* yang dikutip Krivickas (2005) yang menyatakan bahwa semakin konkret siswa mempelajari bahan pembelajaran, maka semakin banyak pengalaman belajar yang diperoleh.

Keberhasilan pembelajaran berbasis laboratorium dengan menggunakan media Model Mata Manusia menunjukkan bahwa pembelajaran tersebut efektif. Penggunaan media secara

langsung memberikan konsep secara nyata sehingga siswa mendapatkan pengalaman yang lebih banyak. Disadari atau tidak para pendidik sebenarnya telah mengetahui pentingnya kebermanfaatan pemodelan dalam mempelajari sains. Penelitian sikap guru tentang penggunaan pemodelan oleh Justi dan Gilbert (2002) menyatakan bahwa guru sebenarnya telah mengetahui banyaknya nilai kebermanfaatan dalam memahami ilmu pengetahuan. Peneliti mengajak kepada para pendidik untuk selalu melakukan inovasi pembelajaran demi mencerdaskan anak bangsa.

PENUTUP

Hasil penelitian yang dilakukan tentang pengembangan media Model Mata Manusia untuk menjelaskan sifat optik mata dapat disimpulkan bahwa: (a) Desain Media Model Mata Manusia memodelkan (1) bola mata, (2) lensa mata, (3) retina dan (4) transparansi benda. Pemodelan bola mata mempunyai diameter 30 cm dari bahan fiberglas. Lensa mata dimodelkan dengan lensa *biconvex* yang terbuat dari kaca berdiameter 5 cm dengan indeks bias 1,4 dilengkapi pemegang fleksibel sehingga lensa dapat diganti sesuai kebutuhan. Pemodelan retina dimodelkan dengan layar 7,5 x 7,5 cm² yang berfungsi menangkap bayangan. Layar dilengkapi pemegang fleksibel, sehingga layar dapat dipasang dan dibuka memudahkan pengguna untuk mengoperasikannya. Benda yang dilihat mata dimodelkan oleh transparansi yang dikenai cahaya. Transparansi dilengkapi *track* sepanjang 1 m untuk pengaturan letak benda terhadap lensa mata; (b) Pembelajaran dengan menggunakan media Model Mata Manusia mampu meningkatkan prestasi belajar siswa.

Berdasarkan hasil temuan penelitian yang dilakukan tentang penerapan pembelajaran optik mata dengan menggunakan Media Model Mata Manusia, peneliti memberikan saran sebagai berikut: (a) Ukuran diameter lensa menyesuaikan ukuran bola mata, pada penelitian ini masih menggunakan lensa di pasaran dengan diameter 5 cm. Diameter pemodelan bola mata 30 cm sehingga ukuran diameter lensa mata masih kurang proporsional; (b) Penggunaan panjang fokus lensa yang lebih bervariasi. Penelitian ini menggunakan panjang fokus lensa tertentu, sehingga pemilihan lensa kurang bervariasi; (c) Untuk akurasi hasil pengukuran yang lebih tinggi, pemodelan dapat dikembangkan menjadi sistem digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Atchison, D. A. dan Smith, G. 2000. *Optics of the Human Eye*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Bayrak, B. 2007. To Compare The Effects Of Computer Based Learning And The Laboratory Based Learning On Students' Achievement Regarding Electric Circuits. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. Vol. 6 (1): 1–24.
- Berland, L. K., dan Reiser, B. J. 2009. Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*. Vol. 93 (1): 26–55.
- Bharadwaj, S. R. 2011. Pupil Responses to Near Visual Demand During Human Visual Development. *Journal of Vision*. Vol. 11 (1): 1–14.
- Borrmann, T. 2008. Laboratory Education in New Zealand. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. Vol.4 (4): 327–355.
- Deacon, C. 2011. Student Perceptions of the Value of Physics Laboratories. *International Journal of Science Education*. Vol. 33 (7): 943–977.
- Hermans, E. 2007. The Shape of The Human Lens Nucleus with Accommodation. *Journal of Vision*. Vol.7 (1): 1–10.
- Justi, R. S., dan Gilbert, J. K. 2002. Science Teachers' Knowledge About and Attitudes Towards The Use of Models and Modelling in Learning Science. *International Journal of Science Education*. Vol.24 (12): 1273–1292.
- Krivickas, R. V. 2005. Active Learning at Kaunas University of Technology. *Global Journal of Engineering Education*. Vol.9 (1): 43–47.
- Llorente, L. 2004. Myopic versus Hyperopic Eyes: Axial Length, Corneal Shape and Optical Aberrations. *Journal of Vision*. Vol.4 (5): 288–298.
- Mallen, E. A. H. 2006. Transient Axial Length Change during the Accommodation Response in Young Adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Vol.47 (3): 1251–1254.
- Maurines, L. 2010. Geometrical Reasoning in Wave Situations: The case of light diffraction and coherent illumination optical imaging. *International Journal of Science Education*. Vol. 32(14): 1895–1926.
- Oh, P. S. 2011. What Teachers of Science Need to Know about Models: An Overview. *International Journal of Science Education*. Vol. 33 (8): 1109–1130.
- Powell, K. C., dan Kalina C. J. 2009. Cognitive and Social Constructivism : Developing Tools for an Effective Classroom. *Education*. Vol. 130 (2): 241–250.
- Privitera, C. M. 2010. Pupil Dilation during Visual Target Detection. *Journal of Vision*. Vol.10 (3): 36–50.
- Rosales, P. 2006. Crystalline Lens Radii of Curvature from Purkinje and Scheimpflug Imaging. *Journal of Vision*. Vol. 10 (5): 1057–1067.
- Sakamoto, J. A. 2008. Inverse Optical Design of the Human Eye Using Likelihood Methods and Wavefront Sensing. *Optics Express*. Vol.16 (1): 1–11.
- Schwarz, C. V. 2009. Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal Of Research In Science Teaching*. Vol. 46 (6): 632–654.
- Serway, R. A dan Jewett, J. W. 2008. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. United States of America: Thomson Learning, Inc.
- Tabernero, J. dan Klyce. S. D. 2007. Functional Optical Zone of the Cornea. *Investigative Ophthalmology dan Visual Science*. Vol.48 (3): 1053–1060.
- Treagust, D. F. 2002. Students Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*. Vol. 24 (4): 357–368.
- Utoro, P. J. 2008. *Simulasi Alat Optik pada Penglihatan Manusia berbantuan Macromedia Flash Profesional 8 sebagai Media Pembelajaran*. Semarang: Fisika Unnes.